

# つ の し ま 角 島 大 橋

## — プレキャストセグメント工法による海上橋梁の建設 —

吉野 博\*1・佐伯 信昭\*2・笠原 等\*3

日本海に浮かぶ山口県の角島と本土とを結ぶ橋長約 1.8 km の海上架橋工事である。航路部を除いてはすべて PC 箱桁橋である。架橋位置は下関市街地より日本海沿いに約 40 km 北上した所にあり、付近は北長門海岸国定公園に指定された風光明媚な景勝地である。日本海での海上施工のため、強風の影響により場所打ちコンクリートの品質確保が困難なことや、国定公園内での施工のため周辺環境に影響を及ぼすことが懸念されたため、PC 上部工にはプレキャストセグメント工法が採用された。セグメントの架設には、ローチングガーダーという専用の架設機械を新規に製作、使用した。また、柱頭部の施工においては、場所打ち工法に替え、陸上で製作したセグメントをフローティングクレーン（FC）により一括架設を行った。

本稿は PC 上部工第 2 工区の施工に関する報告である。

キーワード：角島，海上橋梁，プレキャストセグメント張出し架設工法，ローチングガーダー，柱頭部のプレキャスト化

### 1. はじめに

角島は山口県北西部の豊浦郡豊北町（現在は合併し下関市となっている）に属し、日本海の沖合い北西約 1.5 km に位置する面積 4.11 km<sup>2</sup>，周囲約 16 km，人口およそ九百人余の離島である。

付近の海岸は北長門海岸国定公園に指定され、角島と本土を隔てる海士ヶ瀬は、響灘と日本海の海流の行き交う自然豊かで風光明媚な景勝地である。白い砂浜とエメラルドグリーンの海は、夏場は海水浴やキャンプを楽しむ人々で賑わい、また、周辺は天然岩礁の好漁場となっており、漁船などの行き来も多い。一方、冬期には北西からの強い季節風が吹きつけ、それにともない海上が荒れる日も多く、日本海の厳しさを見せつけられるところでもある。

架橋完成までは本土との連絡は昼間の渡船のみであった。荒天時や緊急時には本土に渡ることができず住民は不

自由を余儀なくされており、島の人々にとって角島大橋の建設は離島苦を解消すべく長年切実に待ち望んでいた事業であった。

現場は国定公園の中にあり、周辺の景観や水質などへの影響の低減を図るため、施工時には水質汚濁などに充分留意する必要があった。また、既述のように、冬期は強い北風の影響を受けて海上がしける日も多く、海上作業が不可能な場合もあった。このように環境や気象による制約が大きかったことから、航路部を除いた一般部の上部工には、施工時の環境保全や現場工期短縮、構造的、経済性、維持管理面および施工性に優れた PC 箱桁橋の「プレキャストセグメントによる張出し架設工法」が採用された<sup>1)</sup>。

架橋位置を図 - 1，橋梁全体の側面図を図 - 2 に示す。

### 2. 工事概要

#### 2.1 工事概要および橋梁諸元



\*1 Hiroshi YOSHINO



\*2 Nobuaki SAEKI



\*3 Hitoshi KASAHARA

現職

オリエンタル白石(株)  
福岡支店 第二東名高速  
道路真福寺川橋工事業  
所 所長

(株)安部日鋼工業  
九州支店 技術工務部長

オリエンタル白石(株)  
大阪支店 滋賀工場  
工場長

当時

オリエンタル建設(株)  
福岡支店角島大橋工事  
作業所 所長

オリエンタル建設(株)  
福岡支店 角島大橋工  
事作業所 副所長

オリエンタル建設(株)  
福岡支店 角島大橋工  
事作業所 主任技術者

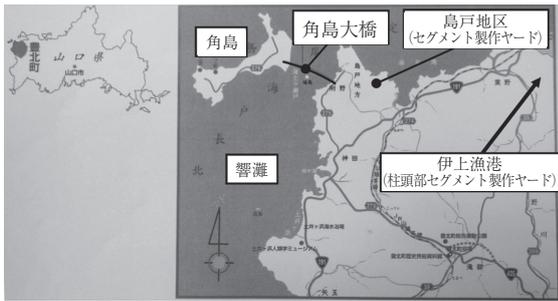


図 - 1 架橋位置

工 事 名：角島大橋橋りょう整備工事  
 事業主体：山口県  
 工事場所：山口県豊浦郡豊北町大字神田～角島  
 工事期間：平成 5 年 7 月～平成 12 年 11 月  
 橋 長：1 780 m（一般部：1 538 m/ 航路部：242 m）  
 有効幅員：6.5 m（標準部）～11.5 m（拡幅部）2 車線  
 歩道なし  
 平面線形：R = ∞～1 000 m  
 構造形式：（一般部）PC 7 径間（A 橋），8 径間（B 橋），  
 6 径間（C 橋），5 径間（D 橋）連続箱桁橋 /  
 （航路部）3 径間連続鋼床版箱桁橋  
 架設工法：プレキャストセグメント張出し架設工法  
 標準セグメント重量：約 40 t/個

2.2 上部工第 2 工区

上部工第 2 工区は，上部工第 1 工区（㈱大林組）が施工した A 橋および B 橋に続く C 橋および D 橋の PC 上部工工事である（工期：平成 8 年 12 月～平成 12 年 7 月）。

この工区の特徴として以下の項目があげられる。

- 1) 道路線形が曲線部，拡幅部，上り・下りの縦断・横断勾配の変化などさまざまな要素を含んでおり，セグメントの製作および架設に高い精度および細心の注意が求められる。
- 2) 柱頭部施工は，工程や安全管理の改善および周辺環境への配慮から，当初の場所打ちから陸上製作によるプレキャスト工法に変更した。
- 3) C 橋から D 橋への施工に移る際，ガーダーを航路部鋼橋上を移動させる必要があり，そのときガーダー自重により航路部鋼橋に大きな負担が生じる。移動前にガーダー支点反力の実測を行い，作用断面力が航路部鋼橋の耐力に納まるようガーダー移動方法の検討・計画を行っ

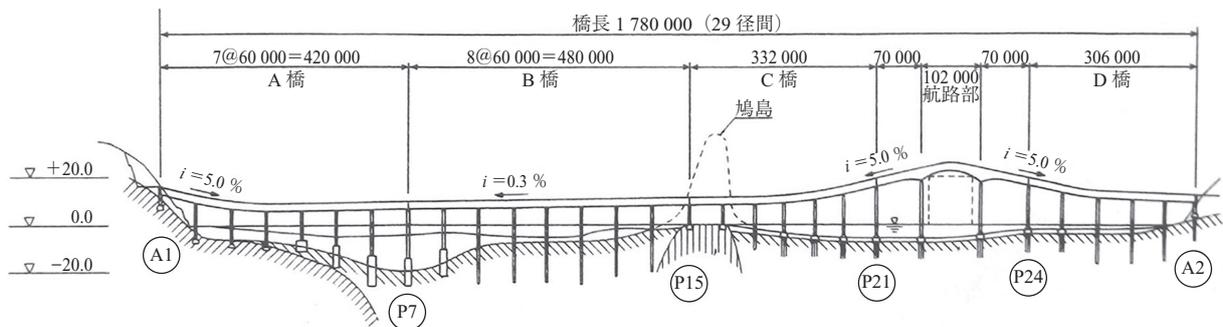


図 - 2 側面図

た。

- 4) 側径間架設はすべて海上（海中）固定支保工による施工であり，支保工設置は困難を要した。

3. セグメント製作および仮置き

セグメントの製作は，本土側架橋地点の近くの島戸地区にヤードを設置し，ロングライン・マッチキャスト工法により行った。製作ベッドは 1 橋脚張出し分の長さを配置し，橋脚を中心に左右に張り出す架設状況と同じイメージで左右順次製作を行った（写真 - 1）。

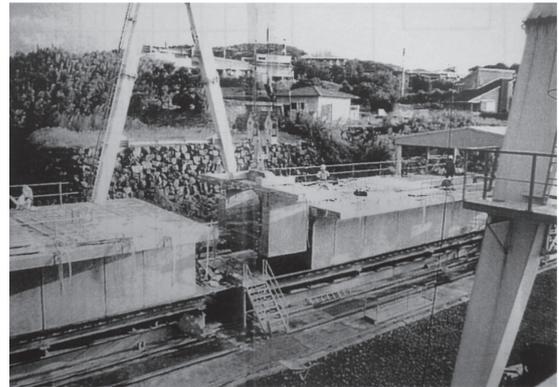


写真 - 1 セグメント製作状況

製作したセグメントは 50 T 門形クレーンで製作ベッドから切り離し，仮置きヤードにストックした。

4. 柱頭部施工

柱頭部は当初，橋脚頂部に設置した支保工による場所打ち施工を行っていた。橋脚はすべて海上に位置し，支保工の設置には FC 船，コンクリート打設にはプラント船を使用した。しかし，海上での施工は陸上の場合に比べてさまざまな面で制約や不便があり，水質汚濁防止などの環境保全あるいは作業効率や安全面などに問題があった。

そこで，柱頭部を場所打ちからプレキャストセグメントに変更し，台船による海上運搬およびフローティングクレーンにて一括架設する工法を検討，実施した（写真 - 2）。製作ヤードは，架設地点から直線距離でおよそ 13 km 離れた伊上漁港（油谷町）を選定，設置した。柱頭部 1 基あたりの重量は約 120 t である。陸上ではこれほど重いセグメ

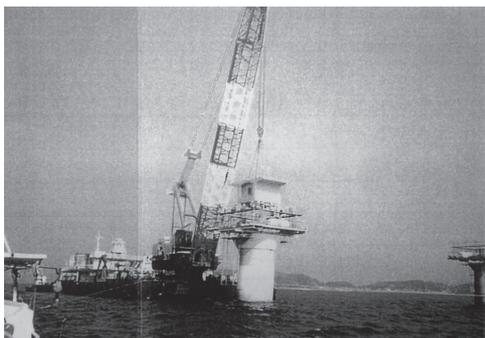


写真 - 2 FC 船による柱頭部セグメント架設状況

ントを運ぶのは難しく、海上工事ならではのメリットである。一方で、FC 船の使用には、うねりや波の影響による吊り荷の振れが課題であったが、さまざまな対策を施すことによりセグメントを安全かつ正確に据え付けることができた。

陸上ヤードで製作を行うことにより、作業効率の改善や安全性の向上が図られ、また、複数セグメントの同時製作・架設により大幅な工期短縮が可能となった。また、海上作業が少ないので水質汚濁防止などの環境保全にも有効であった。

## 5. 張出し架設

### 5.1 概要

セグメントの架設は各橋脚からの片持ち張出し工法で行った。セグメントは架設地点までトレーラーで橋面上を運搬した。本工事においては、従来使用されていた通常のボックスガーダータイプではなく、「ローチングガーダー」と称するトラス構造の架設機械を新規に製作し、架設を行った(写真 - 3)。1 径間あたりの施工サイクルは一ヵ月半である。

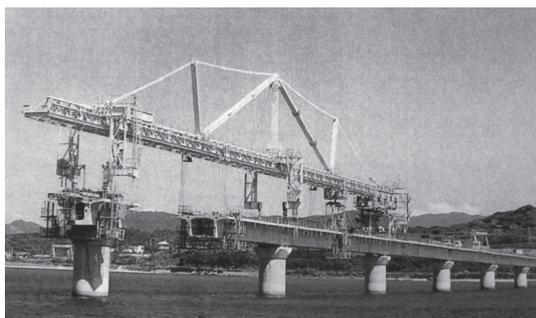


写真 - 3 ローチングガーダー

### 5.2 ローチングガーダー

#### (1) 構造概要

ローチングガーダーは、全長が2スパンの橋脚間よりやや長い3角断面の個々のフレームをピン連結したガーダー部材 ( $L = 153 \text{ m}$ ) と、それを補強するためガーダー部材の上面にトラス状に配置した部材により構成されている。そして、ガーダーを橋面より支持するため、中間および前後の3ヵ所に固定支柱が配置されている。ガーダーの総重

量は約400tである。セグメントを運搬する主トローリーはガーダー下弦材のレール上を縦行するが、旋回および横行する機能も有している。また、RA ベントと呼ばれる主トローリーと同様な駆動装置を搭載した架台を付属しており、主トローリーと相まってガーダー移設用として使用される。

#### (2) ガーダー支持

ガーダーは3点支持構造なので、曲線部に掛かる場合には中間支点、仮ベント前の位置が橋軸中心より偏心する。そのため、支柱を柱頭部に直接設置した場合には、張出し床版に過大な荷重が作用してしまうので、あらかじめ製作したPC板を柱頭部に設置し、支柱をそのPC板で支持する方法で対応した。

#### 5.3 航路部ガーダー移動

架設は本土側から島側に向かって片押しで行っている。C橋とD橋の間に航路部鋼橋があり、C橋の架設完了後、航路部を越しD橋側にガーダーを移す必要があった。ガーダーをフローティングクレーンで吊り上げ一括移設する方法も選択肢の一つとして考えられたが、検討の結果、通常の架設時と同じ“尺取虫”方式で航路部橋面上を移動させる方法とした。写真 - 4 は航路部橋面上を移動中の状況である。



写真 - 4 ローチングガーダーの航路部移動状況

ガーダー支柱部には大きな反力の集中荷重が発生する。

鋼桁上を移動させる際の鋼桁の安全性を確認するため、事前に移動時に発生する支柱の反力測定を行い、各支柱の反力の正確な値を把握した。得られた数値をもとに鋼桁のウェブの局部応力を照査し、必要な補強を実施している。また、使用する車両や資機材による荷重も想定し、移動に伴って生じる曲げモーメントに対する鋼桁の曲げ耐荷力を検証、許容値を満足しない場合には橋面上に配置したカウンターウェイトによって鋼桁の断面力の調整・低減を図り、許容値内に収める対策を施した。

カウンターウェイトは移動の各ステップごとにその位置を移動させる必要があったが、①トレーラーによる運搬と②橋面に敷設した軌条のパワートローリーによる運搬の2とおりについて比較検討を行い、後者のパワートローリーによる方法を採用した。写真 - 5 は航路部橋面に敷設した軌条とカウンターウェイトである。

航路部のガーダー移動は全部で7回にわたって移動・盛り換えを行い、航路部延長にガーダー支柱間長を加えた



写真 - 5 航路部橋面の軌条・カウンターウェイト

368 m の距離の移動を完了した。

移動には準備工を含め約 2 ヶ月を要した。

## 6. 側径間施工

側径間施工は、すべて固定支保工架設により行った。橋脚はすべて海上に位置しており、橋台側以外は完全に海上（海中）支保工である（写真 - 6）。外洋での FC 船などを使用しての施工は波浪の影響をまともに受け、支保工の設置は大変困難な作業であった。

側径間施工方法の決定にあたっては、計画・設計の段階から設置位置の現場条件を良く吟味し、固定支保工以外の方法、たとえば、逆張出しなどの工法も選択肢に加えて比較・検討し、工法を選定することが必要であった。



写真 - 6 側径間支保工の架設状況

## 7. おわりに

角島大橋は平成 12 年 11 月に開通した（写真 - 7）。その時点では離島に架かる一般道の海上橋としては国内最長のものであった。その後、沖縄県の古宇利大橋（ $L = 1960$  m）の完成（平成 17 年 2 月）によりわずか数年でその座を降りることになったが、当工事で用いられたローチングガーダーによる架設工法などのノウハウは古宇利大橋の建設にも活かされたということを聞いている。

角島大橋の完成で本土と陸続きになったことにより、住民の生活の利便性・安全性が大幅に向上し、また、本土への輸送力の安定・増強および周辺都市との時間距離の短縮にとともに、地域産業の活性化、あるいは、新たな海浜ス

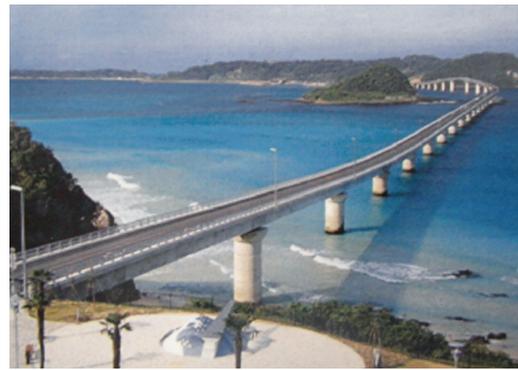


写真 - 7 完成全景（手前が本土側）

ーツ・観光レクリエーション拠点などとして地域振興の発展に大きく寄与している。

最近では、自動車メーカーの CM やテレビロケなどでたびたび眼にすることもあり、周りの素晴らしいロケーションとあいまって全国的な観光スポットとして脚光を浴びていることは周知のとおりである。

筆者らが当現場に乗り込んだのは平成 7 年 1 月 17 日（火）、阪神淡路大震災発生の日である。当日早朝、テレビのテロップから流れる「関西地方で地震発生」のニュースをべっ見しながらとくに気に留めることもなく自宅を出、現場に向かったのを覚えている。そのあと外部の情報を得ることなく終日現地で業務を行い、地震の状況などまったく知る由はなかった。夕方仕事を終え宿を取っていた旅館に入りテレビを付けた時、画面に映し出された信じられないような光景に大きな衝撃を受けたことを今でも鮮明に思い出す。筆者らはそれから平成 12 年 7 月までの約 6 年半にわたり角島大橋上部工の建設工事に携わることになる。

海象の関係で冬期など海上からの作業期間は制限されていたが、橋面からの上部工施工は通年で進んでいた。現場は日本海である。夏の陽光眩しい明媚な風景も、冬期にはしばしばそれからはおよそ想像できない壮絶な情景に姿を変える。容赦なく海面を引っ掻くように吹きすさぶ、文字どおり身を切るような寒風にさらされながらの作業は名状しがたいほど厳しいものであった。

そのようななか、無事故無災害で完工したことは、現場作業に従事した皆の努力の賜物以外のなにものでもないということはいままでもない。工事に携わった者としてそのことを大変嬉しく、そして誇りに思う。

角島大橋が、地域の皆様に親しまれ愛される橋として、今後半永久的にその機能を果たしていくことを強く願うものである。

最後に、発注者の山口県豊田土木事務所を始め、多大なご指導とご協力をいただいた関係各位に深く感謝申し上げます。次第です。

### 参考文献

- 1) 板垣臣一、角島大橋の設計・施工、橋梁 & 都市 PROJECT, Vol.35, pp.14-19

【2012 年 9 月 4 日受付】